

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengertian kopi

Ada dua spesies dari tanaman kopi yaitu Arabika dan Robusta. Arabika merupakan kopi tradisional, dan dianggap paling enak rasanya, sedangkan Robusta memiliki kafein yang lebih tinggi. Jenis kopi Robusta dapat dikembangkan dalam lingkungan di mana Arabika tidak dapat tumbuh, dan membuatnya menjadi pengganti Arabika yang murah. Robusta biasanya tidak dinikmati sendiri, dikarenakan rasanya yang pahit dan asam. Robusta kualitas tinggi biasanya digunakan dalam beberapa campuran espresso. Kopi Arabika biasanya dinamakan oleh dermaga di mana mereka diekspor, dua yang tertua adalah Mocha dan Jawa. Perdagangan kopi modern lebih spesifik tentang dari mana asal mereka, melabelkan kopi atas dasar negara, wilayah, dan kadangkala ladang pembuatnya. Satu jenis kopi yang tidak biasa dan sangat mahal harganya adalah sejenis robusta di Indonesia yang dinamakan kopi luwak. Kopi ini dikumpulkan dari kotoran luwak, yang proses pencernaannya memberikan rasa yang unik (Anonim, 2008).

Kopi diperoleh dari buah tanaman kopi (*coffea sp*) yang termasuk dalam familia *Rubiacea*. Ada banyak varietas buah kopi, namun yang utama dalam budidaya kopi di berbagai negara hanya beberapa varietas, yaitu kopi Arabika, Robusta, Liberika dan Excelsa yang dahulu banyak ditanam di Afrika. Tanaman kopi menghendaki tanah dengan lapisan tanah atas yang dalam, yang gembur, dan yang mengandung banyak bahan organik. Tanah bekas abu gunung berapi sangat

baik untuk tanaman kopi. Untuk tumbuh subur diperlukan curah hujan sekitar 2000 – 3000 mm tiap tahun (Siswoputranto, 1978). Pembuatan kopi bubuk oleh pabrik biasanya dilakukan secara modern dengan skala yang cukup besar. Hasilnya dipak dalam bungkus yang rapi dengan menggunakan kertas alumunium foil, agar terjamin kualitasnya, serta dipasarkan ke berbagai daerah yang lebih luas. Pembuatan kopi bubuk bisa dibagi ke dalam beberapa tahap, yaitu :

## 2.2 Pengerinan biji kopi

Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengerinan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pengerinan (Brooker *et al.*, 1974).

Biji kopi yang telah dicuci mengandung air 55%, dengan jalan pengerinan kandungan air dapat diuapkan, sehingga kadar air pada kopi 8 mencapai 8-10%. Setelah dilakukan pengerinan maka dilanjutkan dengan perlakuan pemecahan tanduk. Pengerinan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:

1. Pengerinan dengan sinar matahari, dengan cara semua biji kopi diletakkan dilantai penjemuran secara merata.
  2. Pengerinan dengan menggunakan mesin pengering, dimana pada mesin pengering tersebut terdiri atas tromol besi dengan dindingnya berlubang – lubang kecil (Aak, 1980).
2. Pengerinan pada kopi biasanya dilakukan dengan tiga cara yaitu pengerinan secara alami, buatan, dan kombinasi antara alami dan buatan.

## **1. Pengeringan Alami**

Pengeringan alami hanya dilakukan pada musim kemarau karena pengeringan pada musim hujan tidak akan sempurna. Pengeringan yang tidak sempurna mengakibatkan kopi berwarna coklat, berjamur, dan berbau apek.

Pengeringan pada musim hujan sebaiknya dilakukan dengan cara buatan atau kombinasi cara alami dan buatan. Pengeringan secara alami sebaiknya dilakukan dilantai semen, anyaman bambu, atau tikar. Kebiasaan menjemur kopi di atas tanah akan menyebabkan kopi menjadi kotor dan terserang cendawan (Najiyati dan Danarti, 2004).

Cara penjemuran kopi yang baik adalah dihamparkan di atas lantai dengan ketebalan maksimum 1.5 cm atau sekitar 2 lapisan. Setiap 1–2 jam hamparan kopi di bolak-balik dengan menggunakan alat menyerupai garuh atau kayu sehingga keringnya merata. Bila matahari terik penjemuran biasanya berlangsung selama 10–14 hari namun bila mendung biasanya berlangsung 3 minggu (Najiyati dan Danarti, 2004).

## **2. Pengeringan Buatan**

Pengeringan secara buatan biasanya dilakukan bila keadaan cuaca cenderung mendung. Pengeringan buatan memerlukan alat pengering yang hanya memerlukan waktu sekitar 18 jam tergantung jenis alatnya. Pengeringan ini dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama, pemanasan pada suhu 65-100 °C untuk menurunkan kadar air dari 54% menjadi 30%.

Tahap kedua pemanasan pada suhu 50–60 °C untuk menurunkan kadar air menjadi 8-10% (Najiyati dan Danarti, 2004).

### 3. Pengeringan Kombinasi Alami dan Buatan

Pengeringan ini dilakukan dengan cara menjemur kopi di terik matahari hingga kadar air mencapai 30%. Kemudian kopi dikeringkan lagi secara buatan sampai kadar air mencapai 8-10%. Alat pengering yang digunakan adalah mesin pengering otomatis ataupun dengan rumah (tungku) pengering. Prinsip kerja kedua alat hampir sama yaitu pemanasan kopi dengan uap/udara di dalam ruang tertutup (Najiyati dan Danarti, 2004).

#### 2.3 Proses Penyangraian

*Roasting* merupakan proses penyangraian biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas dan produk pirolisis volatil lainnya. Kebanyakan produk pirolisis ini sangat menentukan citarasa kopi. Kehilangan berat kering terkait erat dengan suhu penyangraian. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas 3 golongan yaitu *light roast* suhu yang digunakan 193 °C sampai 199 °C, *medium roast* suhu yang digunakan 204 °C dan *dark roast* suhu yang digunakan 213 °C sampai 221 °C. *Light roast* menghilangkan 3-5% kadar air, *medium roast* menghilangkan 5-8% dan 10 *dark roast* menghilangkan 8-14% kadar air (Varnam and Sutherland, 1994).



Penyangraian sangat menentukan warna dan cita rasa produk kopi yang akan dikonsumsi, perubahan warna biji dapat dijadikan dasar untuk sistem klasifikasi sederhana. Perubahan fisik terjadi termasuk kehilangan densitas ketika pecah. Penyangrai bisa berupa oven yang beroperasi secara batch atau kontinuus. Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media udara panas atau gas pembakaran. Pemanasan dapat juga dilakukan dengan melakukan kontak dengan permukaan yang dipanaskan, dan pada beberapa desain pemanas, hal ini merupakan faktor penentu pada pemanasan. Desain paling umum yang dapat disesuaikan baik untuk penyangraian secara batch maupun kontinuus merupakan drum horizontal yang dapat berputar. Umumnya, biji kopi dicurahkan sealiran dengan udara panas melalui drum ini, kecuali pada beberapa roaster dimana dimungkinkan terjadi aliran silang dengan udara panas pada mesin sangrai :

1. Mesin sangrai dengan sumber panas menggunakan kompor dengan bahan bakar minyak. Minyak tanah merupakan salah satu bahan bakar, pada mesin sangrai kompor minyak tanah juga dapat dimanfaatkan untuk panas pada proses penyangraian. Pada mesin sangrai yang menggunakan bahan bakar minyak tanah seperti gambar dibawah ada beberapa kekurangan. Bahan bakar yang sulit didapat dan mahal. Panas yang dihasilkan tidak terlalu panas dan membutuhkan waktu yang lama dalam proses pemanasan. Aroma minyak gas dapat berpengaruh terhadap cita rasa kopi yang sudah disangrai.



Gambar 2.1 Mesin sangrai dengan kompor minyak, (M. Nur safii,2011)

2. Mesin sangrai dengan sumber panas menggunakan kompor dengan bahan bakar gas. Di zaman sekarang ini banyak industri-industri menggunakan gas sebagai bahan bakar proses produksi termasuk alat penyangrai dengan kompor berbahan bakar gas. Pada gambar dibawah ini terdapat kekurangan pada mesin tersebut antara lain desain masih menggunakan pemutar tabung manual.



Gambar 2.2 Mesin sangrai dengan kompor gas, (M. Nur safii,2011)

3. Mesin sangrai dengan sumber panas menggunakan bahan bakar kayu. Banyak masyarakat dipedesaan yang menggunakan kayu sebagai bahan bakar karena mudah di dapat dan ekonomis, sehingga banyak alat penyangrai yang memakai kayu sebagai sumber panasnya. Alat penyangrai ini terdapat kekurangan yaitu masih menggunakan pemutar manual. Untuk alat penyangrai dengan bahan bakar kayu juga terdapat kesulitan pada saat awal menghidupkan api dan proses penyalaan api juga lama. Ditambah lagi polusi yang dihasilkan dari pembakaran kayu tersebut.



Gambar 2.3 Mesin sangrai dengan bahan bakar kayu, (M. Nur safii,2011)

## 2.4 Kajian Pustaka

Menurut (joko nugroho, 2002) dari penelitian yang sudah ada diperoleh kesimpulan dalam pengolahan biji kopi dengan menggunakan bahan bakar kayu kurang efisien dalam masalah waktu. Dikarenakan dalam proses awal pemanasan



membutuhkan waktu 25 menit untuk pemanasan awal dengan suhu 85°C. Dalam pengolahan biji kopi dengan bahan bakar kayu panas yang dihasilkan tidak dapat stabil. Pengolahan dengan suhu 160°C membutuhkan waktu 60 menit.

## **2.5 Pendinginan biji kopi**

Setelah proses sangrai selesai, biji kopi harus segera didinginkan di dalam bak pendingin. Pendinginan yang kurang cepat dapat menyebabkan proses penyangraian berlanjut dan biji kopi menjadi gosong (*over roasted*). Selama pendinginan biji kopi diaduk secara manual agar proses pendinginan lebih cepat dan merata. Selain itu, proses ini juga berfungsi untuk memisahkan sisa kulit ari yang terlepas dari biji kopi saat proses sangrai (Mulato, 2002).

## **2.6 Penghalusan biji kopi**

Biji kopi sangrai dihaluskan dengan mesin penghalus sampai diperoleh butiran kopi bubuk dengan ukuran tertentu. Butiran kopi bubuk mempunyai luas permukaan yang relatif besar dibandingkan jika dalam keadaan utuh. Dengan demikian, senyawa pembentuk citarasa dan senyawa penyegar mudah larut dalam air seduhan (Mulato, 2002).

## **2.7 Pengukuran dan Penandaan**

### **2.7.1 Pengukuran**

Pengukuran berarti membandingkan suatu besaran yang akan diukur dengan suatu ukuran pembanding yang telah ditera (alat ukur), pengukuran panjang merupakan suatu pekerjaan awal yang dilakukan sebelum melakukan proses pengerjaan logam.



Terdapat beberapa jenis alat ukur yang digunakan untuk mengetahui dimensi pada pengerjaan logam, diantaranya yaitu:

a. Mistar baja

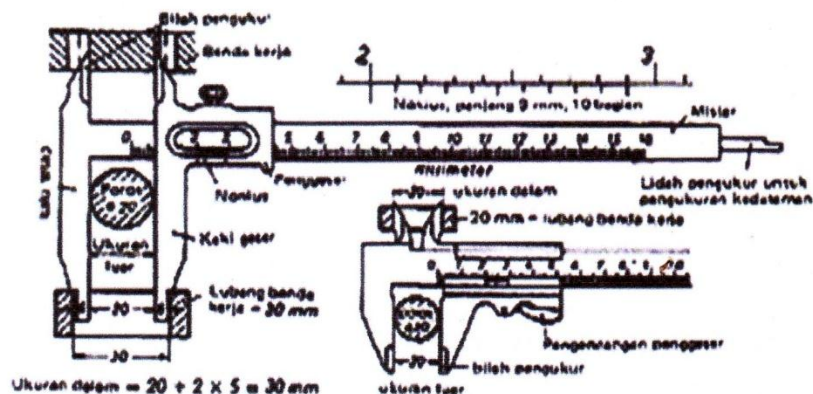
Mistar baja adalah alat ukur panjang yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah mistar. Skala terkecil dari mistar adalah 1 mm (0,1 cm) dan ketelitiannya setengah skala terkecil 0,5 mm (0,05 cm).



Gambar 2.4 Mistar Baja (Daryanto, 2007)

b. Jangka sorong

Jangka sorong adalah suatu alat ukur yang dapat dipergunakan untuk mengukur panjang suatu benda dengan ketelitian 0,1 mm, 0,005 mm, 0,002 mm (bergantung pada jenis skala nonius yang digunakan). Keuntungan penggunaan jangka sorong adalah dapat mengukur diameter dalam sebuah tabung atau cincin, maupun kedalam sebuah tabung.

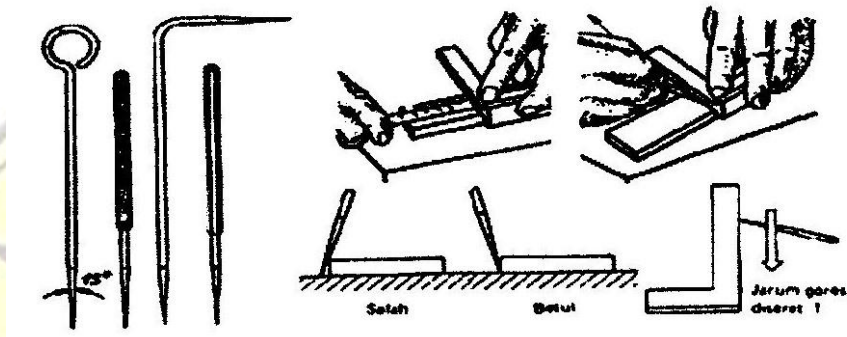


Gambar 2.5 Jangka Sorong(Terheijden, 1971)

### 2.7.2 Penandaan (Marking)

Penggores merupakan suatu alat untuk menarik garis-garis gambar pada permukaan benda kerja yang akan dikerjakan selanjutnya.

Alat penggores ini terbuat dari bahan baja perkakas, di mana bagian badannya dibuat kartel (gerigi) agar tidak licin pada waktu dipegang. Salah satu atau kedua ujungnya dibuat runcing membentuk sudut  $\pm 30^\circ$ .

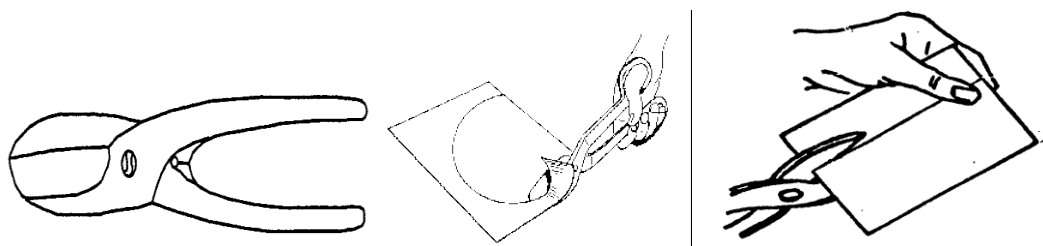


Gambar 2.6 Penggores (Terheijden, 1971)

## 2.8 Proses Permesinan

### 2.8.1 Gunting Pelat

Gunting pelat berfungsi sebagai alat pemotong pelat yang berukuran pendek atau yang sulit dijangkau oleh mesin potong serta untuk memotong pelat yang berbentuk radius atau lingkaran.



Gambar 2.6 Gunting Pelat(Daryanto, 2007)

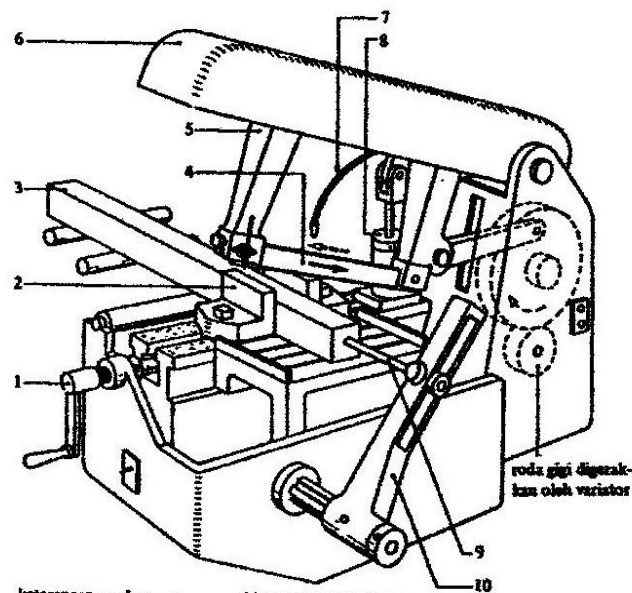
Hal yang perlu diperhatikan dalam menggunting pelat adalah:

1. Sisi potong gunting harus selalu rapat. Jika renggang, rapatkan dengan alat yang sesuai.
2. Garis potong dapat terlihat.
3. Pandangan mata tegak lurus terhadap garis potong.
4. Benda kerja diusahakan tidak tergeser selama proses pemotongan.

### 2.8.2 Mesin Gergaji

Mesin geraji merupakan mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda kerja, umumnya benda kerja yang dipotong adalah benda kerja yang cukup besar yang membutuhkan tenaga besar.

Rangka gergaji sebagai tempat bilah gergaji dikaitkan dan diklem/dijepit supaya aman serta mudah dalam melepas dan memasang. Bilah gergaji mempunyai gerigi, gerigi tersebut mempunyai ukuran tertentu yaitu 18 tpi, 24 tpi dan 32 tpi (teeth per inch) atau jumlah mata gigi dalam satu inchi, pemilihan jumlah mata disesuaikan dengan bahan yang akan dipotong. Misalnya 18 tpi sesuai digunakan untuk memotong bahan yang cukup keras dengan ketebalan lebih dari 5 mm, semakin keras atau tipis bahan yang akan dipotong maka digunakan bilah gergaji yang lebih besar tpinya. Pemasangan bilah gergaji adalah mata gigi yang lurus mengarah ke depan.



keterangan gambar : Mesin gergaji sengkang

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. tuas apit pemotong            | 8. pemegang tangkai yang dapat di-  |
| 2. Moncong yang dapat digerakkan | 9. tumpuan                          |
| 3. bahan batang                  | 10. pemegang tumpuan yang dapat di- |
| 4. daya gergaji                  | ubah-ubah.                          |
| 5. bingkai gergaji               |                                     |
| 6. hantaran bingkai gergaji      |                                     |
| 7. pipa alat pendingin           |                                     |

Gambar 2.8 Mesin Gergaji (Daryanto, 2007)

### 2.8.3 Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam benda kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lobang bertingkat, membesarkan lubang.

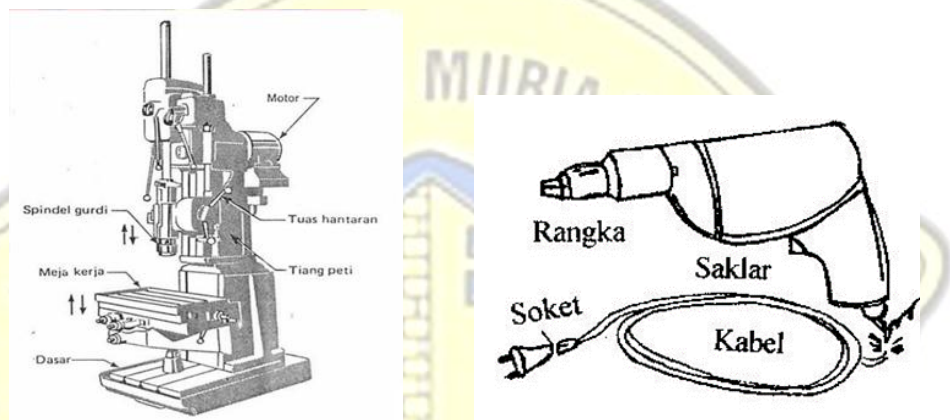
Proses kerja mengebor adalah :

Langkah awal sebelum kita melakukan proses mengebor adalah mempersiapkan perlengkapan untuk mengebor dan mencekam benda kerjanya pada ragum yang terletak di meja bor. Selain itu, kita memasang mata bor sesuai ukuran pada pencekam spindle. Lalu kita mensetting



kecepatan putar mesin sesuai ukuran yang ditentukan. Dan selanjutnya, kita mengebor pada benda kerja dengan cara kita menggerakkan tuas penggerak spindle dan menurunkan spindle untuk mendekatkan mata bor pada benda kerja. Lalu kita mengebor benda kerja sesuai ukuran yang ditentukan.

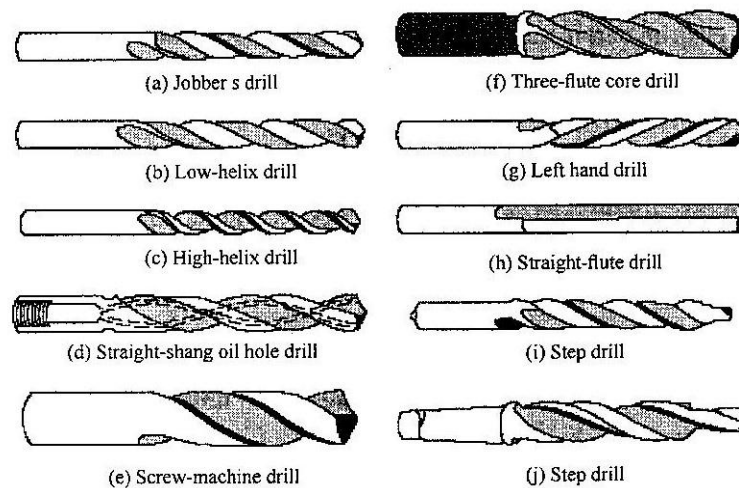
Untuk melihat lebih jelasnya kita lihat gambar dan fungsi dari komponen mesin bor tersebut.



Gambar 2.9 Mesin Bor (Daryanto, 2007)

Pada mesin bor biasanya dilengkapi dengan mata bor dan pengunci mata bor.

Jenis mata bor sebagai berikut :



Gambar 2.10. Jenis Mata Bor (Daryanto, 2007)

Mesin bor ini mempunyai kapasitas pengekan bor sampai maksimum 30 mm. Pada saat proses pengeboran dapat dihasilkan lubang yang lurus dan tegak, ditentukan dari perhitungan pengerjaan yang tepat.

Sedangkan untuk menentukan kecepatan putar dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan putar}(n) = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (\text{Rochim, 1993})$$

Dimana :

$n$  = kecepatan putar bor (rpm)

$v$  = kecepatan pemakanan (m/menit)

$d$  = garis tengah bor (mm)

Selain itu terdapat rumus lain yang dipakai sebagai pedoman dalam proses pengeboran adalah sebagai berikut:

Fedd :

$$f = 0,084 \sqrt[3]{d} \text{ (mm/put)} \quad (\text{Rochim, 1993})$$

Kecepatan makan :

$$V_f = f \cdot n \text{ (mm/menit)} \quad (\text{Rochim, 1993})$$

Panjang pengeboran :

$$I_t = (I_v) + (I_w) + (I_n)$$

Dimana :

$I_t$  = Panjang pengeboran (mm)

$I_v$  = Langkah pengawalan (mm)

$I_w$  = Panjang pemotongan benda kerja (mm)

$I_n$  = Langkah pengakhiran (mm)

Dan untuk mencari lama waktu pengerjaan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Waktu pemotongan } (t_c) = \frac{I_t}{V_f}$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu pemotongan (menit)

$I_t$  = Panjang pemakanan (mm)

$V_f$  = Kecepatan makan (mm/menit)

Sedangkan untuk menentukan kecepatan penghasilan gram menggunakan rumus sebagai berikut :

Kecepatan penghasilan gram (Z) :

$$Z = f \cdot a \cdot v \quad (\text{Rochim, 1993})$$

Dimana :

$Z$  = Kecepatan penghasilan gram (mm)

$f$  = Gerak pemakanan (mm)

$a$  = Kedalaman pemotongan (mm)

$v$  = Kecepatan sayat (meter/menit)

Adapun cara mengebor :

1. Pilih alat bor dengan kekuatan yang dianjurkan. Biasanya produsen bor sudah mempunyai spesifikasi alat bor sesuai dengan medianya. Bor untuk dinding pada umumnya mempunyai tambahan kekuatan ketika digunakan. Kekuatan ini akan membuat bor tidak hanya mampu memutar mata bor saja tetapi juga melakukan gerakan seperti memukul.
2. Lihat kondisi permukaan yang akan dibor. Raba permukaan dinding terlebih dahulu. Cek apakah permukaannya rata atau tidak. Untuk titik yang akan kita bor, hendaknya mempunyai permukaan rata dan tidak ada batu kecil yang menempel pada plesteran tembok.
3. Agar titik pengeboran dapat tepat, maka titik itu harus ditandai terlebih dahulu dengan alat tulis atau paku.
4. Posisi mata bor harus tegak lurus dengan titik yang akan dibor.
5. Perhatikan cara berdiri ketika mengebor. Cara yang terbaik ketika mengebor adalah berdiri dengan kaki kiri berada di depan, sedangkan kaki kanan di belakang. Dengan cara ini diharapkan orang yang mengebor dalam posisi stabil.
6. Perhatikan juga cara memegang alat bor. Untuk bor yang tidak ada pegangan di bagian depan, Anda harus menggunakan kedua tangan



untuk memegangnya. Tangan kanan untuk memegang bagian bawah bor dan sekaligus untuk menekan tombol *power* bor. Sedangkan tangan kiri untuk memegang bagian atas bor.

#### 2.8.4 Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses turning atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Di sini benda kerja akan diputar/rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

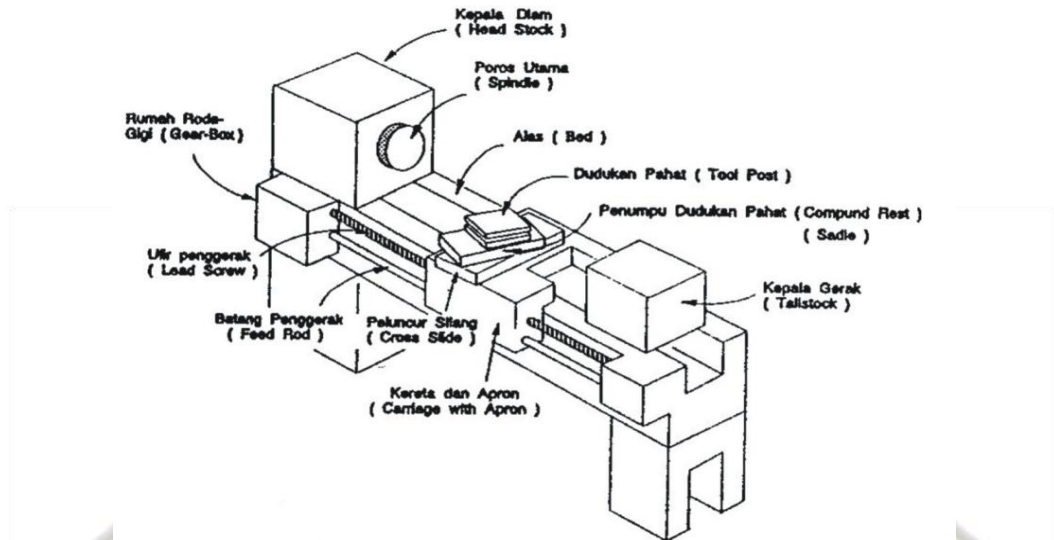
Putaran mesin tersebut berasal dari sebuah motor listrik yang dipasang dibawah atau disamping mesin. Kemudian motor tersebut dihubungkan kepada poros utama tadi dengan v-belt. Karena bila motor berputar poros ini akan ikut berputar dan membawa benda kerja ikut berputar juga. Ukuran mesin bubut ditentukan oleh panjang dan tingginya. Panjangnya di ukur dari jarak senter terhadap alasnya, dalam satu inchi. Ukuran ini menunjukkan kapasitas kerjanya.

Adapun jenis-jenis kegiatan yang dapat dikerjakan pada mesin bubut adalah:

- a. Membubut lurus
- b. Membubut tirus atau konis
- c. Membubut alur
- d. Mengebor

e. Membuat ulir

Bagian-bagian mesin bubut :



Gambar 2.11 Mesin Bubut (Rochim, 1993)

Keterangan :

Kepala Tetap :Dipasang secara tepat pada mesin, mempunyai sepindel bolong yang tirus atau berulir untuk memasang plat bawah.

Eretan : Eretan terdiri eretan alas, eretan lintang dan eretan atas. Eretan alas adalah eretan yang kedudukanya pada alas mesin dan bergerak ke kiri dank ke kanan sepanjang alas.Eretan lintang letaknya diatas eretan alas dan kedudukanya melintang terhadap alas.Eretan atas terletak diatas eretan lintang dan terpasang rumah pahat yang gunanya untuk memasang pokok bubut.

Kepala Lepas :Spindel berlubang untuk menempatkan senter tirus morse.

Alas mesin : Untuk menompang komponen lainnya.

Mekanis kecepatan : Komponen-komponen yang mengatur cepat lambatnya putaran mesin.

Operasi pembubutan :

Membuat rata ialah membuat benda kerja hingga hasilnya bulat rata dan halus. Untuk menghasilkan pembubutan tersebut banyak faktor yang harus dipenuhi. Antara lain :

1. Kecepatan putar mesin
2. Kecepatan dan tebal pemakanan pahat
3. Bentuk mata pahat

Kecepatan putar mesin yang akan kita atur tergantung pada ukuran dan macam benda kerja yang akan dibubut. Dalam hal ini kita berpedoman pada rumus :

$$\text{Kecepatan Sayat } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)} \quad (\text{Rochim, 1993})$$

Keterangan :

Kecepatan putar (n) = (putaran/menit)

Kecepatan Sayat (v) = (meter/menit)

Diameter Benda Kerja (d) = (mm)

Feed (f) :

$$f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{d} \text{ (mm/put)} \quad (\text{Rochim, 1993})$$

$$\text{Kecepatan sayat } (V_f) = f \cdot n$$

Keterangan :

Kecepatan makan ( $V_f$ ) = (mm/menit)

Gerakan makan ( $f$ ) =(mm/put)

Kecepatan putar ( $n$ ) =(rpm)

$$\text{Waktu potong } (t_c) = \frac{L_t}{V_f}$$

Keterangan :

Waktu Pemotongan ( $t_c$ ) =(menit)

Panjang permesinan ( $L_t$ ) = (mm)

Kecepatan makan ( $V_f$ ) = (mm/menit)

Kecepatan penghasilan gram ( $Z$ ) :

$$Z = f \cdot a \cdot v \quad (\text{Rochim, 1993})$$

Dimana :

$Z$  = Kecepatan Penghasilan Gram (mm/menit)

$f$  = Gerakan makan (mm)

$a$  = Kedalaman Potongan (mm)

$v$  = Kecepatan sayat (m/menit)

Proses kerja pembubutan adalah;

Pertama kita mempersiapkan peralatan untuk membubut sebelum melakukan proses pembubutan. Setelah itu benda kerja dicekam oleh kepala tepat dan pahat dipasang pada *tool post*. Agar pada saat benda kerja dibubut tidak oleng, benda kerja ditumpu pada oleh senter pada kepala lepas. Selanjutnya kita mengatur kecepatan putaran mesin pada mekanisme kecepatan sesuai yang telah ditentukan. Lalu mesin dihidupkan, selanjutnya benda kerja dibubut dengan cara pahat didekatkan pada benda kerja sesuai dengan ukuran yang ditentukan.

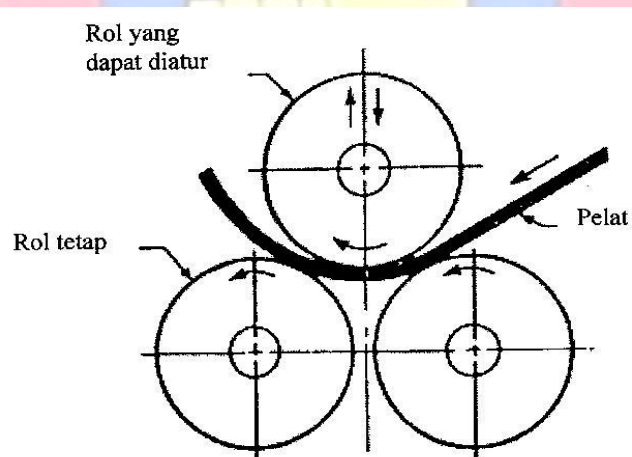


### 2.8.5 Mesin Pengeroll Plat

Mesin pengeroll plat adalah mesin untuk membentuk plat lembaran menjadi plat berbentuk lingkaran atau bentuk silinder.

Proses kerja pengerollan :

Plat berbentuk lembaran yang sudah terpotong sesuai dengan ukuran dimasukan kecelah antara roll penekan dengan dua buah batang roll, kemudian mengatur tekanan roll penekan untuk menentukan diameter yang diinginkan. Pada saat engkol diputar secara manual searah jarum jam secara perlahan maka *drive gear* akan menggerakkan *driven gear* untuk menggerakkan roll penggerak (pertama) yang seporos dengan *sproket*. Roll kedua terhubung *sproket* dan rantai, sehingga ketiga roll terhubung dapat berputar dan mengeroll.



Gambar 2.12 Mesin Pengeroll Plat (Daryanto, 2013)

## 2.9 Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam, di mana logam menjadi satu akibat atau pengaruh tekanan atau dapat didefinisikan sebagai ikatan

metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antar atom. Macam dan jenis pengelasan sangat banyak, sedangkan yang kami ketahui sangat terbatas.

### 2.9.1 Macam Pengelasan

Pengelasan dibagi menjadi 2 macam atau golongan utama:

#### 1. Berdasarkan prinsip dan kerja

##### a. Pengelasan cair

1. Las busur listrik elektroda karbon
2. Las busur listrik elektroda logam
3. Las dengan penggunaan gas

##### b. Penggunaan tekan

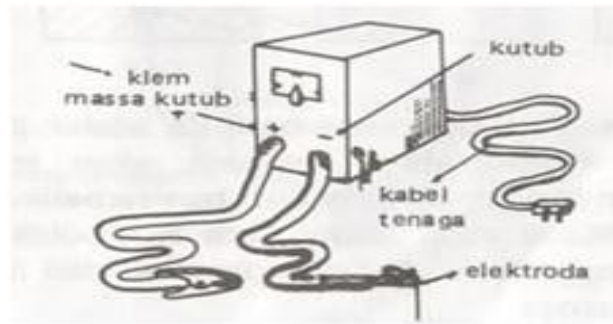
Las titik dan las tumpang

#### 2. Berdasarkan energi yang digunakan

##### a. Las Listrik

##### b. Las Asetilin

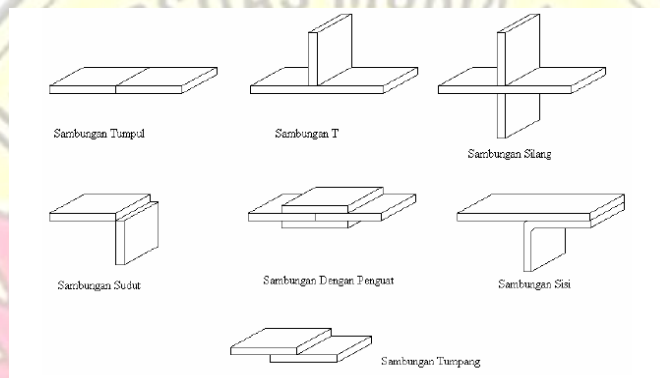
Las yang digunakan dalam pembuatan mesin penyangrai biji kopi ini adalah las busur listrik atau umumnya disebut dengan las listrik. Las listrik adalah proses menyambung logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Pencairan logam terjadi akibat hubungan singkat antara kedua buah kutub pada mesin las yaitu benda kerja dan elektroda las. Jenis sambungan dengan menggunakan mesin las listrik merupakan sambungan tetap.



Gambar 2.13 Mesin Las Listrik (Hidayat, 2013)

### 2.9.2 Jenis-Jenis Sambungan Las

Adapun jenis-jenis sambungan las adalah seperti gambar berikut ini :



Gambar 2.14 Jenis sambungan las (Daryanto, 2007)

### 2.9.3 Jenis-Jenis Elektroda

Dalam Penggunaan elektroda las listrik terdapat bermacam-macam jenis maupun ukurannya yang disesuaikan dengan jenis las dan benda kerja yang akan dikerjakan.

Jenis elektroda las beserta jenis mesin las yang dipakai :

#### 1. Elektroda Telanjang

Merupakan elektroda yang terbuat dari kawat yang ditarik polos (disepuh tembaga, nikel dan sebagainya), kebanyakan hanya dilaskan pada arus searah. Elektroda ini tidak mencegah terjadinya zat asam dan zat lainnya kedalam kubangan lelehan, karena itu jalur sambungan

pengelasan menjadi rapuh, lebih sukar dibentuk dan memiliki keuletan yang lebih rendah terhadap tegangan.

Elektroda ini menghasilkan busur nyala tidak tenang, mudah terputus, kerugian percikan yang tinggi, dampak bakar yang dangkal dan tidak menghasilkan terak. Penerapannya yaitu untuk pengelasan bagian yang memperoleh benda kecil.

## 2. Elektroda Terselubung Tipis

Elektroda las dengan lapisan bahan pembalut tipis sangat baik sekali dan menambah kestabilan busur nyala, tetapi hasil pengelasan mempunyai sifat-sifat mekanis yang kurang (tidak tinggi) karena kurangnya pemeliharaan cairan sewaktu pengelasan berlangsung. Elektroda berbalut tipis ini digunakan untuk semua jenis mesin las listrik arus bolak balik maupun arus searah.

## 3. Elektroda Terselubung Tebal

Elektroda berbalut tebal mempunyai lapisan sekitar 1-3mm, berarti dari lapisan pembungkus sekitar 15% - 30% dari berat seluruh elektroda. Elektroda berbalut tebal dapat mempertinggi kestabilan busur nyala dan memelihara lapisan logam cair oleh gas-gas pelindung dari busur nyala disekeliling terak. Disamping itu untuk mencegah terjadinya pengaruh oksidasi dan nitrogen pada logam cair dan memperlambat terjadinya pendinginan senyawa pengelasan.

Pada umumnya tujuan dari pembulatan kawat elektroda adalah:

- a. Membuat busur nyala menjadi stabil.
- b. Menjaga busur nyala tetap baik selama pengelasan.



- c. Pengontrol reaksi yang terjadi selama pengelasan.
- d. Melindungi cairan logam selama pengelasan berlangsung.
- e. Memelihara proses pembuatan terak sewaktu pendinginan benda kerja yang dilas.

Macam-macam pengelasan las busur listrik adalah :

- a. Posisi mengelas di bawah tangan

Posisi mengelas di bawah tangan merupakan cara mengelas yang dilakukan di bawah tangan, di mana pengelasan dilakukan pada permukaan yang datar atau agak miring dengan sudut kemiringan elektroda las terhadap benda kerja  $10^{\circ} - 20^{\circ}$  dengan garis tegak.

- b. Posisi mengelas mendatar

Mengelas dengan posisi mendatar disebut juga mengelas rata tegak, di mana kedudukan benda kerja dibuat tegak dengan kemiringan elektroda dengan sudut  $70^{\circ} - 85^{\circ}$  terhadap garis mendatar.

- c. Posisi pengelasan tegak

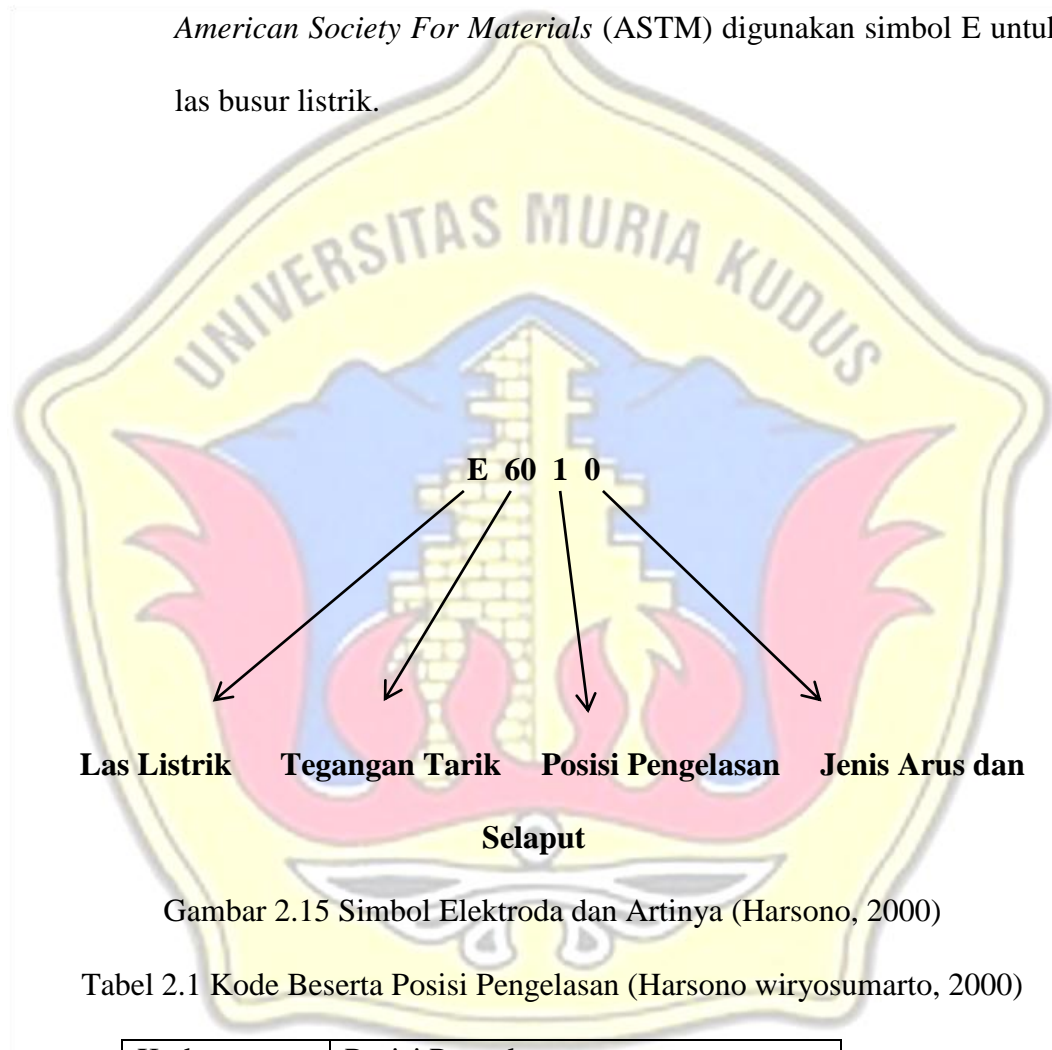
Mengelas dengan posisi tegak dilakukan dengan arah tegak, baik keatas maupun kebawah benda kerja. Untuk mengelas sudut kemiringn elektroda diantara  $70^{\circ} - 80^{\circ}$  terhadap benda kerja.

- d. Posisi pengelasan di atas kepala

Mengelas dengan posisi dengan posisi di atas kepala dilakukan dengan cara benda kerja terletak di atas pekerja las begitu pula letak

elektroda. Sudut kemiringan elektroda las dengan benda kerja  $75^{\circ}$  –  $85^{\circ}$ .

Sesuai dengan standart internasional, elektroda las diproduksi perusahaan menggunakan kode-kode tertentu sebagai contoh elektroda berdasarkan *America Welding Society*(AWS)atau *American Society For Materials* (ASTM) digunakan simbol E untuk las busur listrik.



Gambar 2.15 Simbol Elektroda dan Artinya (Harsono, 2000)

Tabel 2.1 Kode Beserta Posisi Pengelasan (Harsono wiryosumarto, 2000)

Kode	Posisi Pengelasan
1	Posisi pengelasan bawah tangan
2	Posisi pengelasan mendatar
3	Posisi pengelasan tegak
4	Posisi pengelasan atas kepala

Macam-macam posisi pengelasan las busur listrik adalah :

- a. Posisi pengelasan dibawah tangan

Posisi mengelas dibawah tangan merupakan cara mengelas yang dilakukan dibawah tangan, dimana pengelasan dilakukan pada permukaan yang datar atau agak miring dengan sudut kemiringan elektroda las terhadap benda kerja  $10^0$ - $20^0$  dengan garis tegak.

b. Posisi pengelasan mendatar

Mengelas dengan posisi mendatar disebut juga mengelas rata tegak, dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dengan kemiringan elektroda dengan sudut  $70^0$ - $85^0$  terhadap garis mendatar.

c. Posisi pengelasan tegak

Mengelas dengan posisi tegak dilakukan dengan arah tegak, baik keatas maupun kebawah benda kerja. Untuk mengelas sudut kemiringan elektroda diantara  $70^0$ - $80^0$  terhadap benda kerja.

d. Posisi pengelasan diatas kepala

Mengelas dengan posisi diatas kepala dilakukan dengan cara benda kerja terletak diatas pekerja las begitu pula letak elektroda. Sudut kemiringan elektroda las dengan benda kerja  $75^0$  - $85^0$ .

Tabel 2.2 Jenis Selaput dan Pemakaian Arus (Terheijden, 1971)

Angka ke-empat	Jenis Selaput	Pemakaian Arus
0	Selulosa – Natrium	DC
1	Selulosa – Kalium	AC, DC
2	Rutil – Natrium	AC, DC
3	Rutil – Kalium	AC, DC
4	Rutil – Serbuk besi	AC, DC
5	Natrium – Hydrogen rendah	AC, DC
6	Kalium – Hydrogen rendah	AC, DC
7	Serbuk besi – Oksida besi	AC, DC

8	Serbuk besi – Hydrogen rendah	AC, DC
---	-------------------------------	--------

Tabel 2.3 Nilai Pedoman Untuk Diameter Elektroda dan Kekuatan Arus Pada Pengelasan Listrik (Terheijden, 1971).

Tebal bahan (mm)	Diameter elektroda (mm)	Arus pengelasan (Ampere)
Di bawah 1	1,5	20 – 35
1 - 1,5	2	35 – 60
1,5 - 2,5	2,5	60 – 100
2,5 - 4	3,25	90 – 150
4 - 6	4	120 – 180
6 - 10	5	150 – 220
10 - 13	6	200 – 300
Di atas 16	8	280 – 400

Tabel 2.4 Klasifikasi Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik (Harsono, 2000)

Klasifikasi	Kekuatan Tarik	
	Lb/in <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>
E 60XX	60000	42
E 70XX	70000	49
E 80XX	80000	56
E 90XX	90000	63
E 100XX	100000	70
E 110XX	110000	77
E 120XX	120000	84

Tabel 2.5 Perbandingan Penggunaan Las Oksi-Asetilin dan Las Busur Elektroda Terbungkus (Harsono, 2000)

Jenis las atau besaran	Las Oksi-asetilin	Las busur elektroda terbungkus
Efisiensi	Rendah (suhu 3000 <sup>0</sup> C)	Tinggi (suhu 6000 <sup>0</sup> C)
Sifat mampu las	Baik	Baik



Harga peralatan	Murah	Mahal
Harga bahan las	Sama	Sama
Ketrampilan juru las	Sama	Sama
Penggunaan	Terbatas pada las tipis	Luas

Untuk mengetahui panjang hasil pengelasan (luas lasan) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$A = a \cdot l \quad (\text{Harsono , 2000})$$

Dimana :

$A$  = Luas lasan ( $\text{mm}^2$ )

$a$  = Tebal plat yang paling tipis (mm)

$l$  = Panjang kampuh (mm)

Untuk mengetahui waktu dan jumlah elektroda saat pengelasan dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

Waktu pengelasan ( $t$ ) :

$$t = \frac{\text{luas lasan (mm}^2\text{)}}{\text{Total panjang kampuh (mm)}} \cdot 1 \text{ menit}$$

$$\text{Jumlah elektroda} = \frac{\text{luas lasan (mm}^2\text{)}}{\text{Total panjang kampuh (mm)}} \cdot 1 \text{ batang}$$

Untuk mengetahui nilai masukan panas pada saat pengelasan las busur elektroda dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$J = \frac{60 \cdot E \cdot I}{V} \text{ (Joule/cm)} \quad (\text{Harsono, 2000})$$

Dimana :

$J$  : Masukkan panas (Joule)

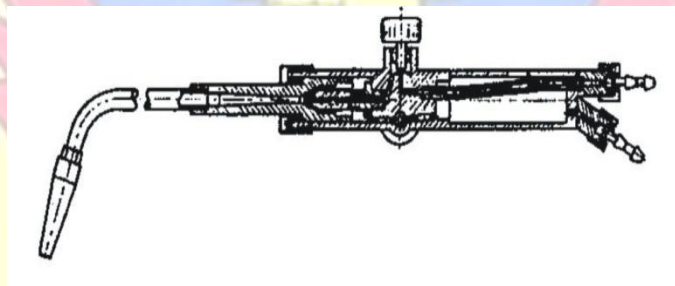
E : Tegangan busur (Volt)

I : Arus Las (Ampere)

V : Laju Las (cm/menit)

## 2.10 Pemotongan Menggunakan Zat Asam-Asetilin

Prinsip pemotongan dengan zat asam ialah, setelah baja atau besi dipanaskan sampai berwarna merah terang kemudian ditiupkan zat asam murni dengan tekanan yang cukup besar. Baja panas akan teroksidasi dan hasil pembakaran akan tersembur hingga terjadi pemotongan. Fungsi nyala api ialah untuk memanaskan bahan yang akan dipotong dan pemotongnya tidak usah sampai mencair. Untuk pemanasan bias juga menggunakan gas lain selain asetilin seperti gas propan (elpiji) dan metan yang temperturnya lebih rendah dari nyala api asetilin.



Gambar 2.16 Pembakar Las Asetilin(Harsono , 2000)

### 2.10.1 Mengatur Nyala Api

- Pasanglah ukuran mulut yang sesuai dengan tebal bahan yang akan dipotong.
- Bukalah katup silinder dan aturlah tekanan kerja baik untuk zat asam maupun asetilin sesuai dengan daftar data potongan pada petunjuk pemakaian alat atau peralatan yang digunakan.
- Bukalah katup asetilin pembakar dan nyalakan dengan korek api las.

- d. Bukalah katup zat asam perlahan-lahan dan atur nyala apinya hingga netral.
- e. Tekanlah terus tuas katup zat asam potong (jika model pembakaran menggunakan tuas) dan atur kembali nyala apinya hingga benar-benar netral sambil tuas tetap ditekan.
- f. Bila nyala api netral telah didapatkan maka proses pemotongan sudah bias dilakukan.

Tabel 2.6 Ukuran Mulut Potong dan Tekanan Kerja

Tebal Bahan Baja		Mulut Potong	Tekanan Kerja (Psi)	
Mm	Inchi	No	Zat asam	Asetilin
1,5-3,2	1/16-1/8	2	30-40	5
3,2-6	1/8-1/4	3	15-30	5
9,5-16	3/8-5/8	4	21-48	5-6
19-25,4	3/4 -1	5	25-41	6-7
38,1-76,2	1,5-3	7	30-58	7-8
100-127	4-5	9	52-62	8-9
127-150	5-6	11	55-66	10-11

### 2.10.2 Macam-Macam Nyala Api Las Asetilin

#### 1. Nyala Api Netral

Kegunaan dari nyala api netral ini untuk heat treatment logam agar mengalami *surfacehardening*. Nyala api kerucut dalam berwarna putih menyala. Nyala api kerucut antara tidak ada. Nyala api kerucut luar berwarna kuning.



Gambar 2.17 Nyala Api Netral (Ersha, 2011)

## 2. Nyala Api Oksigen Lebih

Sering digunakan untuk pengelasan logam perunggu dan kuningan. Setelah dicapai nyala api netral kemudian kita kurangi aliran gas asetilen maka kita akan dapatkan nyala api oksigen lebih. Nyala apinya pendek dan berwarna ungu, nyala kerucut luarnya juga pendek.



Gambar 2.18 Nyala api Oksigen Lebih (Ersha, 2011)

## 3. Nyala Api Asetilen lebih

Setelah dicapai nyala api netral kemudian kita mengurangi aliran gas oksigen. Nyala api menunjukkan kerucut api dalam dan antara. Nyala api luar berwarna biru.



Gambar 2.19 Nyala Api Asetilin lebih (Ersha, 2011)



## 2.11 Finishing

### 2.11.1 Penggerindaan

Menggerinda berarti menggosok, menghaluskan dengan gerakan mengasah. Dalam manufaktur ditunjukkan dengan pelepasan logam suatu rod amplas putar. Penggunaan mesin gerinda di sini khususnya gerinda tangan adalah untuk meratakan benda setelah dilakukan pengelasan. Meratakan benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin dan penghalusan pada proses *finishing*. Untuk batu gerinda yang digunakan untuk menggerinda adalah merek adalah batu *oston*.

Cara menggunakan mesin gerinda tangan :

1. Mengecek kelengkapan dari mesin gerinda yang terdiri dari : motor gerinda, kabel untuk stop kontak, pisau atau mata gerinda
2. Memastikan mata atau pisau gerinda telah terpasang dengan benar dan kuat.
3. Sebelum gerinda tangan disambungkan ke listrik pastikan gerinda tangan tidak berada dalam keadaan ON lock.
4. Menyambungkan gerinda tangan ke listrik.
5. Sebelum di ON kan, pastikan posisi gerinda tangan menghadap ke depan dari pemakai.
6. Gerinda tangan memiliki tambahan desain untuk melindungi pemakai dari ampas atau bunga api dari sisi benda kerja yang dipotong atau dihaluskan, maka posisikan pelindung tersebut untuk melindungi bagian vital dari pengguna.

7. Memastikan benda kerja telah selesai digerinda sesuai dengan spesifikasi.
8. Setelah selesai digunakan, gerinda tangan selalu dalam keadaan OFF dan jika tidak ingin digunakan lagi, putuskan sambungan gerinda tangan dari listrik.



Gambar 2.20 Mesin Gerinda ( Aditama, 2010)

Jenis batu gerinda dan penggunaannya :

1. Batu gerindakasar, digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja sehabis dilakukan pengelasan.
2. Batu gerinda poles, digunakan untuk membersihkan kerak yang terdapat pada benda kerja.
3. Batu gerinda potong, digunakan untuk proses pemotongan pada benda kerja plat dan besi siku.

### **2.11.2 Pendempulan**

Pendempulan bertujuan untuk meratakan dan menghaluskan bidang kerja serta menambal bidang kerja yang tergores atau berlubang. Untuk

dempul yang biasanya dempul yang digunakan untuk mendempul adalah merek *lfaglo*.

Cara penggunaan dan pengolesan dempul yang harus kita perhatian:

1. Bidang kerja harus sudah betul-betul bersih.
2. Dempul disiapkan sesuai dengan kebutuhan.
3. Alat skrap atau pisau dempul disiapkan.
4. Mengoleskan dempul dengan sekrap cat sedikit demi sedikit atau tipis-tipis bertahap hingga rata.
5. Tunggu atau pengeringan.
6. Setelah kering kita ratakan dengan mengamplas kasar.
7. Ulangi pendempulan pada bagian yang belum rata atau belum sesuai.
8. Keringkan.
9. Amplas lagi hingga rata dan halus menggunakan amplas halus.
10. Bersihkan dan keringkan dan siap untuk di cat.

Pendempulan yang digunakan ada 2 tahap yaitu :

1. Dempul kasar digunakan sebagai dasaran atau pendempulan pertama, setelah kering diampas basah sampai nampak pori-porinya.
2. Setelah itu dempul ke-2 didempul lagi dengan menggunakan dempul halus setelah kering diampas basah lagi hingga tidak nampak pori-porinya.

Cara mengamplas dempul:

Mengamplas dempul dapat dilakukan dengan cara kering maupun dibasahi dengan air, amplas kasar digunakan untuk menghaluskan awal

sehingga akan muncul garis-garis halus pada permukaan, setelah itu ambil amplas halus dan amplas terussampai halus dan licin.

### 2.11.3 Mengamplas

Amplas berfungsi untuk mengikis atau menghaluskan permukaan benda kerajinan cara digosokkan. Halus dan kasarnya kertas amplas ditunjukkan oleh angka yang tercantum dibalik kertas amplas tersebut, umumnya amplas yang digunakan di pasaran berkisaran dari angka 100 sampai 1500, untuk menandakan tingkat kehalusan amplas tersebut adalah, angka 100 merupakan amplas kasar, dan amplas 1500 merupakan amplas super halus. Semakin kecil nomor amplas maka semakin kasar amplasnya dan semakin besar ukuran amplas maka akan semakin halus amplasnya dan rapat susunan pasir amplas tersebut. Pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian, amplas digunakan untuk menggosok lapisan cat atau dempul. Untuk amplas kasar yang digunakan adalah merek *THREE STAR* dan untuk amplas halus yang digunakan adalah merek *KINIK*.



Gambar 2.21 Kertas Amplas (Kasamago, 2011)



Terdapat berbagai macam amplas berdasarkan material, bentuk, serta kekasarannya. Amplas merupakan salah satu jenis material abrasif yang dibuat dengan proses perlekatan (*coated abrasive*). Amplas terdiri atas dua bagian yang disatukan, yaitu material abrasif dan material *backing*. Material *backing* yang digunakan pada amplas merupakan bahan fleksibel terbuat dari kertas tahan air, kain, dan *synthetic fiberglass*. Amplas yang menggunakan material *backing* dari bahan kertas tidak tahan air sehingga hanya dapat digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering (*dry-sanding*). Pemilihan penggunaan amplas dengan material *backing* dari bahan kertas tahan air, kain, ataupun *synthetic fiberglass* disesuaikan dengan kekuatan, fleksibilitas, dan kondisi bidang permukaan benda kerja yang akan dikerjakan.

#### **2.11.4 Pengecatan**

Pengecatan adalah sebuah proses untuk membuat lapisan cat tipis (cair atau bubuk) di atas sebuah benda kerja dan kemudian membuat lapisan cat ini mengeras dengan cara mengeringkannya. Fungsi pengecatan adalah untuk melindungi besi kontak dengan air dan udara. Cat yang mengandung timbal dan seng akan lebih melindungi besi terhadap korosi. Pengecatan harus sempurna karena jika terdapat bagian yang tidak tertutup oleh cat, maka besi yang tidak terkena cat akan terkena korosi.

Cara mengecat yang baik yaitu:

1. Amplas terlebih dahulu bagian yang akan dicat dengan ampelas ukuran no 800, kemudian dihaluskan dengan ampelas ukuran no 1000.
2. Setelah permukaan sudah digosok dengan ampelas cuci bagian yang akan dicat dengan air bersih, dikeringkan dengan kain, dan dipanaskan dibawah terik matahari sampai benar-benar kering.
3. Cat permukaan yang dikehendaki dengan epoxy setelah itu jemur bagian yang tercat tadi sampai kering, kemudian gosok lagi dengan ampelas menggunakan ampelas ukuran no 1200 dan jangan amplas sampai habis cukup sampai permukaannya rata.
4. Setelah diampelas cuci bagian tersebut dengan air bersih dan jemur hingga kering dan dibersihkan dengan kain yang lembut seperti kain kaos.
5. Kemudian masuk pada tahap pengecatan dengan menggunakan cat dasar yang diinginkan bisa putih atau abu-abu dan dicat ditempat yang terbuka agar terkena matahari langsung. Hindari media debu, setelah dicat dan dijemur hingga benar-benar kering, ampelas lagi untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan ampelas no 1200 namun perlu diingat proses pengampelasan cukup tipis saja kalau terlalu tebal cat dasar akan hilang.
6. Masuk dalam proses pewarnaan pilih warna sesuai yang diinginkan dan campuran untuk cat, diencerkan dengan memakai ukuran 1liter cat banding 4liter Thiner Super A sepesial,dalam

proses pengecatan cukup 1kali menarik spoit cat dan jangan diulang-ulang agar kelihatan rata. Kemudian jemur hingga kering.

7. Apabila dalam pengecatan untuk warna-warna bukan dop seperti warna metalik hasil pengecatannya sedikit tidak rata atau seperti meluber bagian yang tidak rata catnya, tunggu hingga kering setelah itu diampelas lagi dengan ampelas ukuran 1000 sehingga catnya rata lagi kemudian di cat lagi.

8. Setelah kering barulah memasuki proses pernis agar hasil bagus pilih pernisnya dengan merk-merk yang bagus. Dan kemudian dikeringkan.(Rahmad, 2012).

